



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 50 480 A1 2004.05.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 50 480.6

(51) Int Cl. 7: F16H 37/08

(22) Anmeldetag: 30.10.2002

B60K 17/08

(43) Offenlegungstag: 19.05.2004

(71) Anmelder:

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046  
Friedrichshafen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

DE 27 08 524 B2

DE 101 45 519 A1

DE 37 07 580 A1

DE 77 06 003 U

US 50 13 289 A

(72) Erfinder:

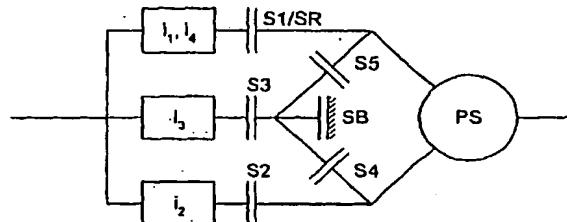
Gumpoltsberger, Gerhard, Dipl.-Ing., 88045  
Friedrichshafen, DE; Dreibholz, Ralf, Dr., 88074  
Meckenbeuren, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Automatisiertes Mehrgang-Schaltgetriebe

(57) Zusammenfassung: Das automatisierte Mehrgang-Schaltgetriebe weist eine Eingangswelle, einen Radsatz zur Schaltung der Gänge über mehrere Leistungspfade und eine Ausgangswelle auf, wobei der Radsatz mehrere vorgeschaltete Stirnradstufen und einen nachgeschalteten Planetensatz aufweist.



**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein automatisiertes Mehrgang-Schaltgetriebe mit einer Eingangswelle, mit einem Radsatz zur Schaltung der Gänge über mehrere Leistungspfade und mit einer Ausgangswelle.

**Stand der Technik**

[0002] Automatisierte Schaltgetriebe, welche bereits seit langem bekannt sind, basieren vorwiegend auf dem Prinzip herkömmlicher Handschaltgetriebe in Vorgelegebauweise, bei denen eine Schaltung mit Hilfe von Synchronisierungen realisiert wird. Derartige Getriebe weisen verhältnismäßig kleine Schaltelemente auf, jedoch benötigen die leistungsbestimmenden Elemente, wie Stirnradstufen, einen großen Bauraum und sind zudem kostenintensiv.

[0003] Hinsichtlich ihres Aufbaus wesentlich kompakter sind seit langem bekannte Lastschaltautomatgetriebe mit Planetensätzen, welche eine interne Leistungsverzweigung aufweisen können. Wenn gleich diese Getriebe aufgrund ihrer kompakten Bauweise einen relativ geringen Bauraum beanspruchen, ist jedoch noch nachteilig, dass die Schaltelemente, wie Kupplungen und Bremsen, verhältnismäßig groß dimensioniert und hydraulisch betätigt werden müssen. Daraus ergeben sich erhebliche Schleppverluste und eine entsprechend große Betätigungsenergie, was sich negativ auf den Wirkungsgrad des Getriebes auswirkt.

[0004] Ferner sind seit langem Getriebetypen bekannt, welche versuchen, die Vorteile der Vorgelegetriebe hinsichtlich der kleinen Schaltelemente und die Vorteile der Lastschaltautomatgetriebe mit Planetensätzen hinsichtlich der kompakten Verzahnungen miteinander zu verbinden, indem bei einem Vorgelegetriebe ein Planetennachschaltsatz vorgesehen wird, wobei ein Gruppengetriebe mit rein geometrischer Stufung gebildet wird. Problematisch ist hierbei unter anderem, dass die Stufung bei niedrigeren Gängen sehr gering ist, während sie bei höheren Gängen sehr groß ist, wodurch die Fahrbarkeit bei Personenkraftwagen erschwert wird.

[0005] Eine andere bekannte Getriebebauform stellen sogenannten Leistungsverzweigungsgetriebe bzw. Mehrbereichsgetriebe dar, welche mit wenigen Schaltelementen viele Fahrbereiche realisieren können.

[0006] Eine Kombination von Merkmalen der oben beschriebenen Getriebetypen ist in einem in der US 5013289 beschriebenen Getriebe verwirklicht, das einen Vorgelegetriebebereich und zwei Planetensätze aufweist. Zwischen einer Getriebeeingangswelle und einem hierzu nicht koaxial angeordneten Abtrieb sind drei Leistungspfade vorgesehen, in denen mittels einer Lastschaltung die Übersetzung veränderbar ist. Durch die Bereitstellung von drei mit den Planetensätzen verbindbaren Leistungspfaden

können sechs Vorwärtsgänge mit verhältnismäßig wenigen Schaltelementen realisiert werden.

[0007] Nachteilig ist dabei jedoch noch, dass die Lastschaltung die Verwendung von Lamellenkupplungen mit einem entsprechend großen Aufwand bezüglich der Konstruktion der hydraulischen Steuerung und der Regelung erfordert. Weiterhin ist nachteilig, dass zur Versorgung des aufwendigen Hydrauliksystems eine Hochdruckhydraulikpumpe vorgesehen werden muss, welche mit den sich einstellenden Schleppverlusten zu einer Reduzierung des Systemwirkungsgrades führt.

[0008] Um diese Nachteile zu vermeiden, wurde bereits in der DE 101 45 519.4 der Anmelderin ein automatisiertes Mehrgang-Fahrzeuggetriebe vorgeschlagen, bei dem zwischen einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle zur Schaltung der Gänge mehrere Leistungspfade vorgesehen sind, die in einem Planetensatz-Summiertgetriebe summiert werden, wobei in wenigstens einem der Leistungspfade die Übersetzung gestuft veränderbar ist und bei dem mindestens eine Übersetzung formschlüssig geschaltet wird. Dieses Mehrgang-Fahrzeuggetriebe bietet den Vorteil, dass es gegenüber Planeten-Lastschaltautomatgetrieben eine einfachere und kostengünstigere Konstruktion aufweist, da zumindest teilweise auf ein aufwendiges Hydrauliksystem für die Schaltelemente verzichtet werden kann. Dieses Getriebe in seinen verschiedenen Ausführungsformen ist als Sechs-Gang-Getriebe mit einem Rückwärtsgang ausgestaltet.

**Aufgabenstellung**

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein automatisiertes Mehrgang-Schaltgetriebe zu schaffen, mit dem mindestens acht Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge schaltbar sind und das kürzer baut, leichter ist und kostengünstiger hergestellt werden kann als die herkömmlichen Gruppengetriebe.

[0010] Ausgehend von einem automatisierten Mehrgang-Schaltgetriebe der eingangs genannten Art, erfolgt die Lösung dieser Aufgabe mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen; vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0011] Erfindungsgemäß ist also vorgesehen, dass der Radsatz aus mehreren vorgeschalteten Stirnradstufen und aus einem nachgeschalteten Planetensatz besteht. Insbesondere besteht der Radsatz aus vier unabhängigen Stirnradübersetzungen und aus einem Drei-Wellen-Planetensatz, wobei zwei der drei Wellen über Schaltelemente oder auch direkt mit den Stirnradübersetzungen verbunden sind, während die dritte Welle des Planetensatzes als Getriebeabtrieb dient.

[0012] Das erfindungsgemäße automatisierte Mehrgang-Schaltgetriebe ist ein Acht-Gang-Getriebe mit zwei Rückwärtsgängen und weist zumindest in der

Standard-Einbauweise im Kraftfahrzeug einen verbesserten Wirkungsgrad auf, da in mehreren Gängen ein Anteil der Leistung direkt übertragen wird. Die einzelnen Verzahnungen werden geringer belastet, da in den leistungsverzweigten Gängen weniger Leistung über die Stirnradverzahnungen übertragen wird.

[0013] Da herkömmliche 2x4-Gruppengetriebe in reiner Stirnradbauweise, die als Acht-Gang-Getriebe ausgebildet sind, mindestens sechs Stirnradebenen aufweisen und da 4x2-Gruppengetriebe mit Planeten-Range-Gruppe mindestens fünf Stirnradebenen und einen Planetensatz benötigen, kann aufgrund der Einsparung einer Radebene erreicht werden, dass das erfindungsgemäße automatisierte Mehrgang-Schaltgetriebe kürzer baut, leichter ist und kostengünstiger gefertigt werden kann.

[0014] Schließlich ist noch zu erwähnen, dass das erfindungsgemäße Getriebe eine progressive Stufung der Getriebe-Übersetzungen ermöglicht und damit eine bessere Anpassung des Zugkraftangebots an den Zugkraftbedarf, verglichen mit geometrisch gestuften Getrieben, d. h. mit Gruppengetrieben, die bereits aus Gründen des Aufbaus geometrisch gestuft sind, wobei alle Gangsprünge gleich groß sind.

#### Ausführungsbeispiel

[0015] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, in der bevorzugte Ausführungsbeispiele dargestellt sind.

[0016] Es zeigen

[0017] **Fig. 1** den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen automatisierten Mehrgang-Schaltgetriebes;

[0018] **Fig. 2** ein erstes Ausführungsbeispiel für die Standard-Anordnung in einem Kraftfahrzeug;

[0019] **Fig. 3** das zur **Fig. 2** zugehörige Schaltschema; und

[0020] **Fig. 4** ein zweites Ausführungsbeispiel für die Front-Quer-Anordnung in einem Kraftfahrzeug.

[0021] Wie die Figuren erkennen lassen, besteht das erfindungsgemäße automatisierte Mehrgang-Schaltgetriebe, mit dem acht Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge schaltbar sind und das sich sowohl für Personenkraftwagen als auch für leichte, mittlere und schwere Nutzkraftwagen eignet, im wesentlichen aus einem Radsatz, der mehrere vorgesetzte Stirnradstufen und einen nachgeschalteten Planetensatz aufweist. Der Radsatz selbst besteht aus vier unabhängigen Übersetzungen  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i_4$ , die als Stirnradübersetzungen oder als direkte Wellenverbindungen ausgebildet sind und aus einem Drei-Wellen-Planetensatz PS, bei dem zwei der drei Wellen durch Schaltelemente oder direkt mit den Übersetzungen  $i_1$  bis  $i_4$  verbindbar sind, während eine der drei Wellen als Getriebeabtrieb dient. Wesentlich ist dabei, dass ständig drei Schaltelemente geschaltet sein müssen.

[0022] Wie die **Fig. 2** und **4** erkennen lassen, sind

zwei der Stirnradübersetzungen  $i_1$ ,  $i_4$  über Schaltelemente  $S_1$ ,  $SR$  mit einer Welle des Planetensatzes PS verbunden, wobei die Übersetzung  $i_4$  eine Drehrichtungsumkehr bewirkt, sodass damit ein Rückwärtsgang geschaltet werden kann.

[0023] Eine der Stirnradübersetzungen  $i_2$  ist über ein Schaltelement  $S_2$  mit einer anderen Welle des Planetensatzes PS verbunden, wobei diese Übersetzung bei dem Standardeinbau in ein Kraftfahrzeug, d.h. in Längsrichtung, auch eins sein kann, womit ein direkter Durchtrieb bewirkt wird, da die Übersetzung  $i_2$  zur Konstantübersetzung der zugehörigen Vorgelegewelle wird. Eine weitere Stirnradübersetzung  $i_3$  kann auf der Primärseite sowohl mit dem Antrieb über ein Schaltelement  $S_3$  als auch mit dem Gehäuse  $SB$  verbunden sein. Auf der Sekundärseite ist diese Stirnradübersetzung  $i_3$  sowohl mit der ersten Welle des Planetensatzes über das Schaltelement  $S_5$  als auch mit der zweiten Welle des Planetensatzes über das Schaltelement  $S_4$  verbunden.

[0024] Der Planetensatz PS kann als beliebiger Planetensatz ausgeführt sein. Bei dem bevorzugten dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein Plus-Planetensatz verwendet, d. h. ein Planetengetriebe mit positiver Standgetriebe-Übersetzung mit einem Doppel-Planet, bei dem der Abtrieb am Hohlrad erfolgt, während  $i_1$ ,  $i_4$  auf das Sonnenrad oder den Steg und im Gegensatz dazu  $i_2$  auf den Steg oder das Sonnenrad wirkt. Es ist auch möglich, einen Minus-Planetensatz zu verwenden, bei dem der Abtrieb am Steg erfolgt und wobei  $i_1$ ,  $i_4$  auf das Sonnenrad oder Hohlrad und im Gegensatz dazu  $i_2$  auf das Hohlrad oder auf das Sonnenrad einwirkt. Weitere mögliche Ausgestaltungen für den Planetensatz sind ein Kegelrad-Planetensatz oder ein Stufen-Planetensatz.

[0025] Die Schaltelemente  $S_1$  bis  $S_5$  können als formschlüssige Schaltelemente ausgeführt werden, z. B. als Synchronisierungen oder Klauenkopplungen. Dabei können auch einige in Paketen zusammengefasst werden, z. B. die Schaltelemente  $S_1$  –  $SR$ ,  $S_2$  –  $SB$ . Die Schaltelemente können auch als reibschlüssige Lastschaltelemente ausgestaltet werden, wodurch das Getriebe lastschaftfähig wird. Die Schaltelemente können jeweils vor oder nach der zugehörigen Stirnradübersetzung angeordnet werden.

[0026] Ferner ist es auch möglich, das Getriebe entweder mit einer einzigen Vorgelegewelle oder auch mit zwei gleichartigen Vorgelegewellen auszustatten.

[0027] Wie insbesondere aus dem Funktionsschema nach **Fig. 3** hervorgeht, können der zweite, der sechste, der achte und der zweite Rückwärtsgang direkt durch die jeweiligen Übersetzungen  $i_1$  bis  $i_4$  gebildet werden. Durch das Feststellen einer Welle des Planetensatzes durch das Schaltelement  $SB$  können zusätzliche Übersetzungsstufen mittels der Stirnradübersetzungen  $i_2$ ,  $i_3$  und  $i_4$  verwirklicht werden, wobei in diesem Fall der Planetensatz als Nachschaltgruppe wirkt, um so den ersten Vorwärtsgang, den dritten Vorwärtsgang und den ersten Rückwärtsgang zu schalten.

[0028] Die Leistung kann gleichzeitig über die Stirnradübersetzungen fließen und durch die erste Welle und die zweite Welle des Planetensatzes in diesen geleitet werden, wo sie wieder summiert wird und zusätzliche Übersetzungen entstehen. Mittels dieser Leistungsverzweigung können der vierte, der fünfte und der siebte Vorwärtsgang geschaltet werden.

[0029] Es sind weitere Übersetzungsstufen denkbar, wenn anstelle von i1 die Stirnradübersetzung i4 mit anderen Stirnradübersetzungen kombiniert wird.

[0030] Im Gegensatz zu den herkömmlichen 2x4-Gruppengetrieben in reiner Stirnradbauweise, die mindestens sechs Stirnradebenen aufweisen, sowie den herkömmlichen 4x2-Gruppengetrieben mit Planeten-Range-Gruppe, die mindestens fünf Stirnradebenen und einen Planetensatz aufweisen, baut das erfundungsgemäße automatisierte Mehrgang-Schaltgetriebe kürzer und leichter und ist damit kostengünstiger herstellbar. Die Leistungsverzweigung ermöglicht einen höheren Wirkungsgrad in der Standardeinbauweise gegenüber diesen herkömmlichen Acht-Gang-Getrieben, da in mehreren Gängen Leistung direkt übertragen wird.

3. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Stirnradübersetzungen (i1, i4) über zwei Schaltelemente (SR1, SR) mit einer ersten Welle des Planetensatzes (PS) verbunden sind, eine weitere Stirnradübersetzung (i2) über ein Schaltelement (S2) mit einer zweiten Welle des Planetensatzes (PS) verbunden ist und eine andere Stirnradübersetzung (i3) primärseitig über ein Schaltelement sowohl mit der Antriebswelle als auch mit dem Gehäuse (SB) und sekundärseitig sowohl mit der ersten Welle des Planetensatzes (PS) über ein Schaltelement (S5) als auch mit der zweiten Welle des Planetensatzes (PS) über ein Schaltelement (S4) verbunden ist.

4. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Planetensatz ein Plus-Planetensatz ist, dessen Abtrieb am Hohlrad erfolgt, wobei die Stirnradübersetzungen (i1, i4) mit dem Sonnenrad bzw. mit dem Steg in Wirkverbindung stehen, während die Stirnradübersetzung (i2) mit dem Steg bzw. mit dem Sonnenrad in Wirkverbindung steht.

5. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Planetensatz ein Minus-Planetensatz ist, dessen Abtrieb am Steg erfolgt, wobei die Stirnradübersetzungen (i1, i2) mit dem Sonnenrad bzw. mit dem Hohlrad in Wirkverbindung stehen, während die Stirnradübersetzung (i2) mit dem Hohlrad bzw. mit dem Sonnenrad in Wirkverbindung steht.

6. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente als formschlüssige Schaltelemente in Gestalt von Synchronisierungen oder Klauenkupplungen ausgeführt sind.

7. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente als reibschlüssige Lastschaltelemente ausgeführt sind.

8. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente vor den zugehörigen Stirnradübersetzungen angeordnet sind.

9. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente nach den zugehörigen Stirnradübersetzungen angeordnet sind.

10. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe eine Vorgelegewelle aufweist.

11. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-

#### Bezugszeichenliste

I1	Stirnradübersetzung
I2	Stirnradübersetzung
I3	Stirnradübersetzung
I4	Stirnradübersetzung
S1	Schaltelement
S2	Schaltelement
S3	Schaltelement
S4	Schaltelement
S5	Schaltelement
SR	Schaltelement
SB	Schaltelement
PS	Planetensatz
An	Antriebswelle
Ab	Abtriebswelle

#### Patentansprüche

1. Automatisiertes Mehrgang-Schaltgetriebe mit einer Eingangswelle, mit einem Radsatz zur Schaltung der Gänge über mehrere Leistungspfade, mit einer Antriebswelle und mit einem nachgeschalteten Drei-Wellen-Planetensatz, dadurch gekennzeichnet, dass der Radsatz mindestens vier vorgeschaltete unabhängige Stirnradstufen aufweist, die als Stirnradübersetzungen (i) ausgebildet sind und die mit zwei der drei Wellen des Planetensatzes (PS) direkt oder über Schaltelement (S) verbindbar sind, wobei für jeden eingelegten Gang drei Schaltelemente geschaltet sind.

2. Mehrgang-Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Welle des Planetensatzes (PS) mit der Abtriebswelle verbunden ist

DE 102 50 480 A1 2004.05.19

net, dass das Getriebe zwei gleichartige Vorgelege-  
wellen aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

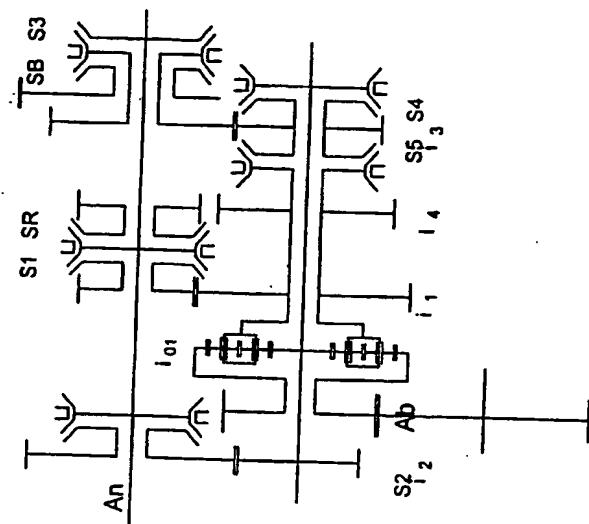


Fig. 4

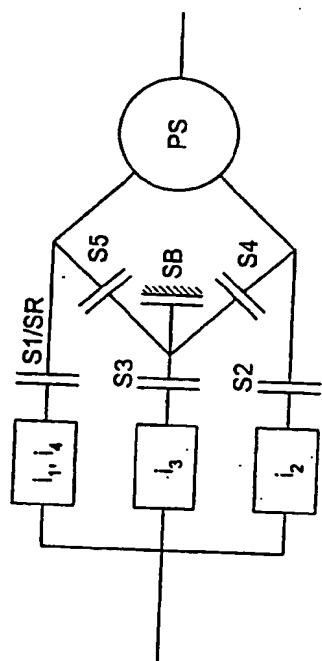
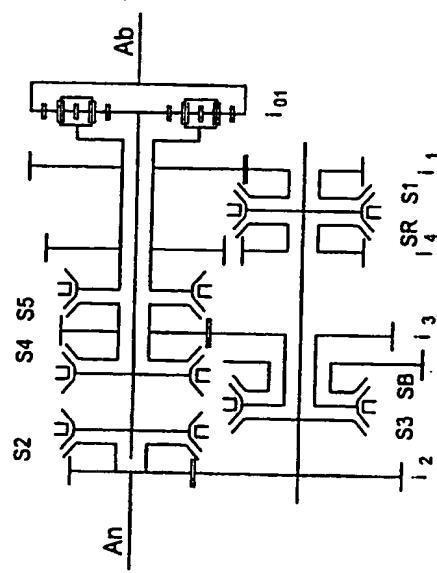


Fig. 1

F:§. 3

	S1	S2	S3	S4	S5	SR	SB	I	phi
1.	•				•			•	6.210
2.	•	•		•	•			•	3.854
3.		•	•	•	•			•	1.504
4.	•	•	•	•	•			•	2.430
5.	•		•	•	•			•	1.391
6.		•	•	•	•			•	1.747
7.		•	•	•	•			•	1.323
8.		•	•	•	•			•	1.320
R1			•	•	•			•	1.000
R2			•	•	•			•	1.264
								•	0.791
								•	1.146
								•	0.690
								•	-5.511
								•	
								•	

F:§. 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)